DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA

UTFPR UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CAMPUS CURITIBA

COMPLEMENTAÇÃO AULA AOS03-FALTA ENERGIA ELÉTRICA NA UTFPR

AOS04.1- COMPLEMENTAÇÃO AULA AOS03: LED + DATASHEET

Curitiba, 14 de outubro de 2024. (S24)
Curitiba, 15 de outubro de 2024. (S25 e S26)

AGENDA

1. Revisão
2. Diodo LED
3. Uso DataSheet

Conteúdo BLOCO MOODLE➔ Materiais de Apoio Atividade EAD
Circuitos com diodos em https://moodle.utfpr.edu.br/mod/book/view.php?id=1753523

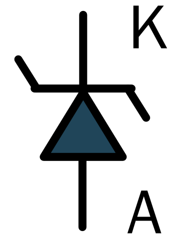
Sugestão visualização:
06-Circuitos com diodos: abordagens de solução: https://youtu.be/ZFae8LM9bWg
06.1-Circuitos com diodos: solução pelo modelo elétrico: https://youtu.be/jz0CMuNWNfA

Revisão: Diodo ZENER

Principal uso do ZENER ocorre em polarização reversa

Dispositivo de estado sólido que foi projetado e fabricado para operar em tensões reversas, na região de ruptura onde ocorrem os efeitos **Zener e Avalanche**.

Símbolo



Efeito de zener:
Ao polarizar um diodo zener com uma tensão reversa igual a Vz há o **rompimento das ligações covalentes** no semicondutor, esse efeito se chama ruptura zener e **depende** do **grau de dopagem** do material semicondutor.

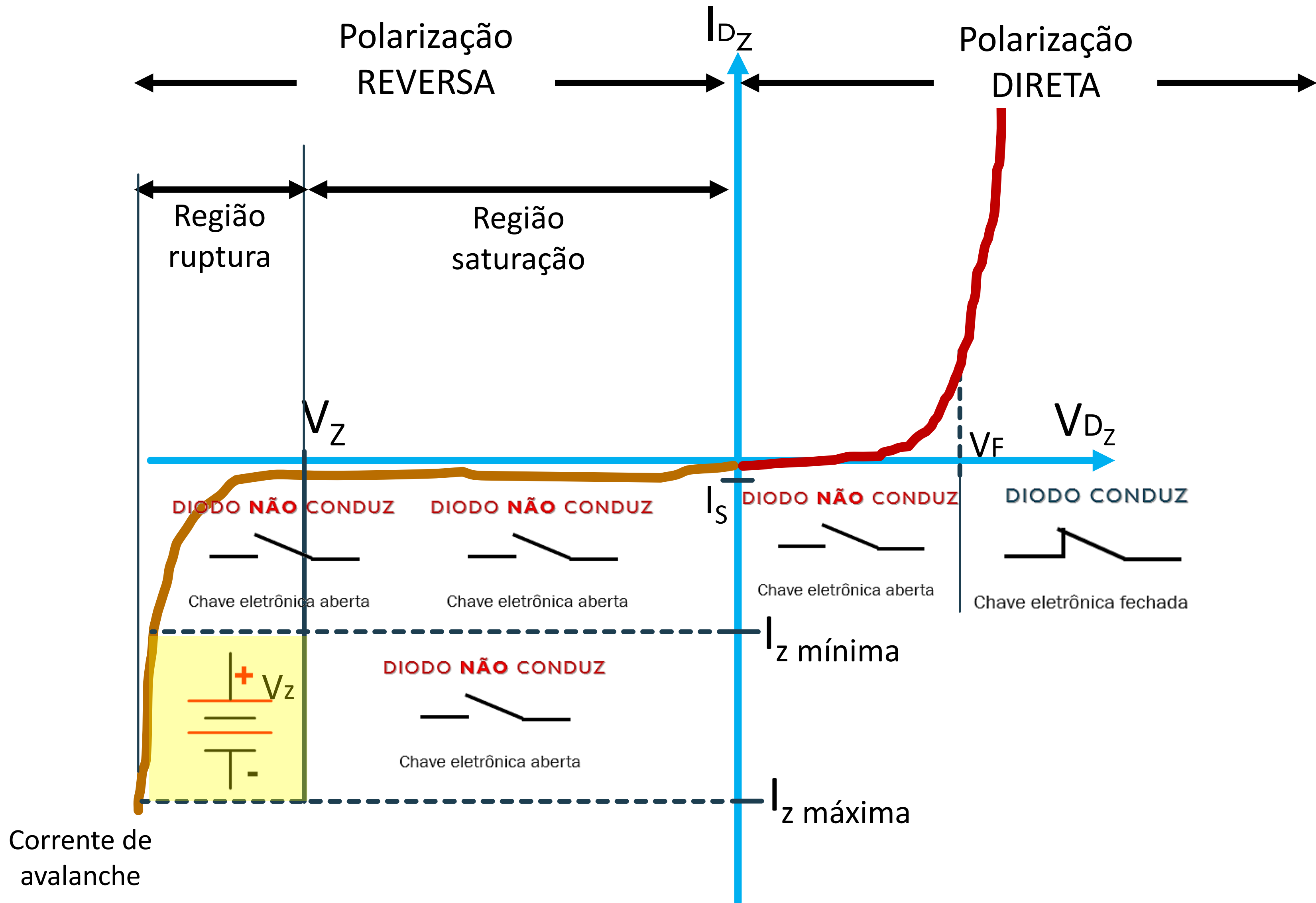
Efeito de avalanche:
Após ocorrer o efeito zener e com o aumento da tensão reversa sobre o diodo, ocorre um **aumento da velocidade das cargas elétricas** (energia cinética) no semicondutor.

Esse aumento de velocidade faz com que os choques dos elétrons livres contra a rede cristalina produza energia suficiente para libertar elétrons da camada de valência (ionização).

O elétron que foi libertado também é acelerado, colide com a rede cristalina, libertando outros elétrons, isso dá origem a uma reação em cadeia conhecida com efeito avalanche.

Construção:
- Fortemente dopado o que torna a tensão de ruptura (Vz) menor que nos diodos convencionais.
- Área da junção maior para a dissipação da potência.

Revisão: curva característica diodo ZENER

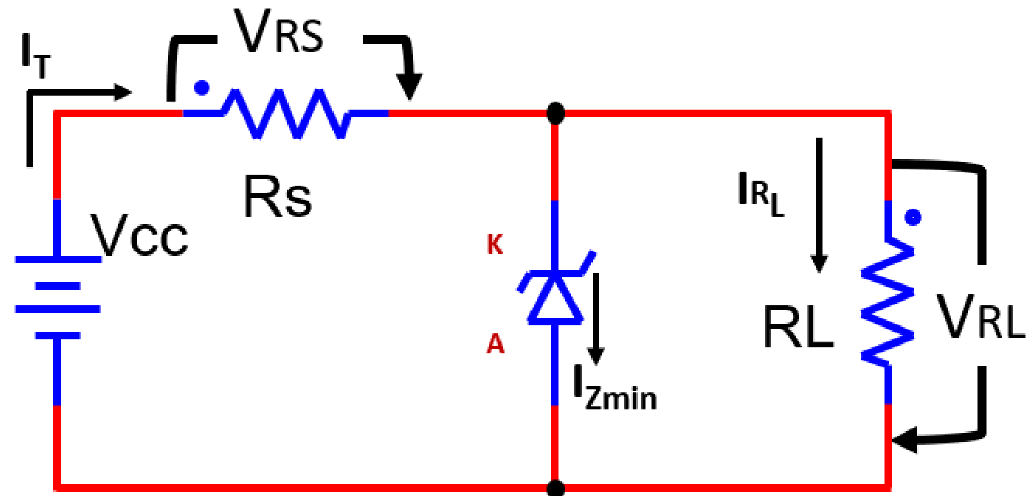


Revisão: cálculo Rs→zener operar como regulador de tensão

1) Polarização reversa

2) $V_{CC} > V_{RS} + V_{RL} \therefore V_{RL} = V_Z$ em //

3) A corrente que circula no zener deve ter valor um valor mínimo=I_{Zmin} para colocar o zener da região de ruptura.



Memorial de cálculo

1- Determinar a corrente da carga (I_L)

2- Calcular a corrente mínima do zener (I_{Zmin}).
Regra prática→ 10% da Izener_máxima= I_{Zmin}

2.a – $I_{Zmax} = P_Z/V_Z$

2.b – $I_{Zmin} = 0{,}1(I_{Zmax})$

3- Determinar a corrente total do circuito:
$I_T = I_L + I_{Zmin}$

4- Calcular a tensão a ser absorvida pelo resistor Rs→V_{RS}.

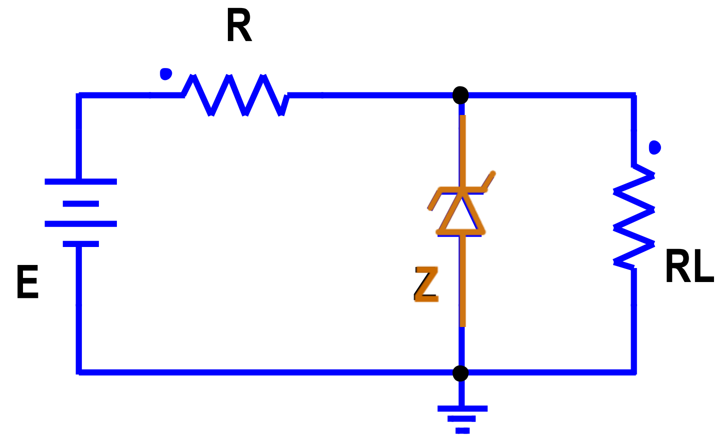
5- Calcular o valor do Rs e escolher o valor comercial inferior mais próximo ao calculado.

6- Calcular o valor da potência P_{RS}.
Escolha da potência comercial: superior à potência calculada.

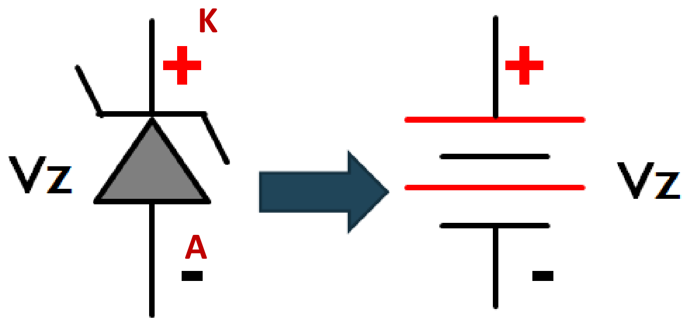
Revisão: CERTIFICAR-SE DE COMO ESTÁ OPERANDO



Antes de aplicar os conhecimentos aprendidos em e circuitos elétricos/eletricidade devemos saber como que o componente se comporta para a situação.



HÁ A NECESSIDADE DE NOS CERTIFICARMOS DE QUE O ZENER OPERA COMO UM REGULADOR DE TENSÃO → Polarização reversa e VAK > Vz



Equivalente de TH →1º- Retire o elemento de estudo 2º - calcule a tensão que fica nos terminais "A" e "B"

Se $V_{AB} > V_Z$ → ok Zener ≈ Fonte V_Z

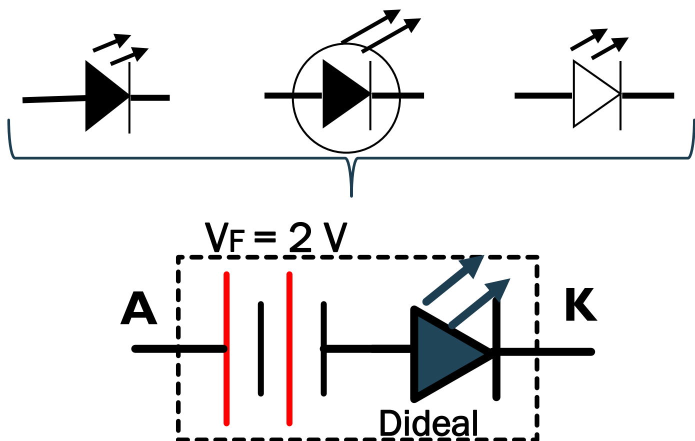
Se $V_{AB} < V_Z$ → nok Zener =

Diodo emissor de luz (*light emitting diode* (LED))

Dispositivo **optoeletrônico** cuja estrutura cristalina é formada por material como fosfeto de gálio (GaP) em que a energia devido a recombinação ocorre na geração de maior quantidade de fótons.

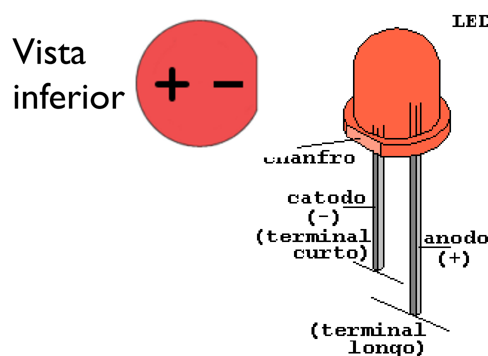
O fato do LED ser construído com material diferente do Si e Ge, irá resultar em diferentes valores de tensão da camada de depleção.

Simbologia usual:



difuso ou cristalino:

Vista inferior



alto brilho (*high power*):



difuso ou cristalino	alto brilho (high power)
$V_F = V_{LED}$ *vermelho = 1,6 V* *verde= 2 a 2,4 V* *amarelo =2,4 V*	$V_F = V_{LED}$ *acima de 3 V:*
I_{LED} *5 mA ≤ Iled ≤ 50 mA*	I_{LED} *Iled > 30 mA*

Dispositivo para a sinalização, com as vantagens:

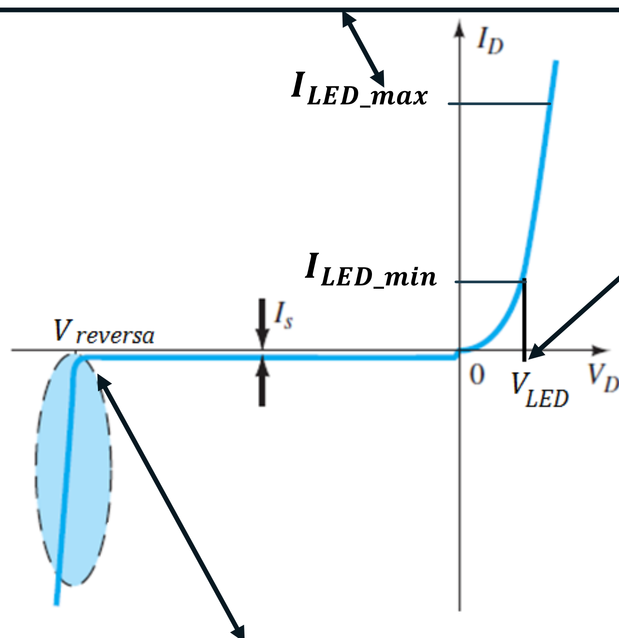
- Alta confiabilidade,
- Reduzido tamanho,
- Elevada vida útil,
- Frequência de chaveamento,
- Representam grande economia de energia.

Parâmetros limitadores



CORRENTE MÁXIMA DIRETA **→** é responsável pela luminosidade máxima que se pode obter do componente. Representa a maior corrente que o LED pode suportar, sem queimar, quando diretamente polarizado. A grande maioria dos LED'S encontráveis no varejo, apresenta uma corrente máxima direta entre 40 e 50 mA.

Adota-se como valor padrão-teórico para I_{LED}=20 mA



TENSÃO DIRETA **→** é a tensão que deve ser aplicada ao LED, em polarização direta. Esse parâmetro **V_{LED}** é a tensão da camada de depleção. A grande maioria dos LED'S existentes no varejo especializado, apresenta uma tensão direta que depende de suas características, principalmente da sua cor. Por exemplo:

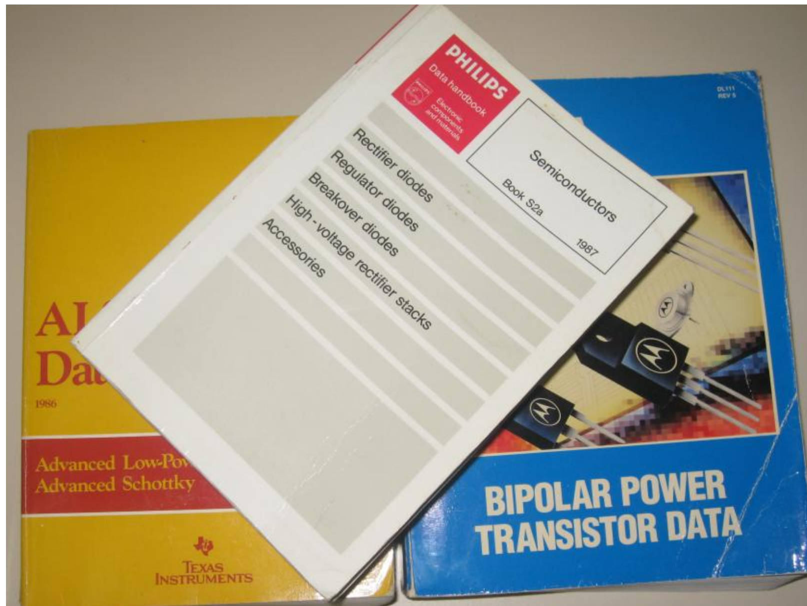
vermelho = 1,6 V
verde= 2 a 2,4 V
amarelo =2,4 V

Adota-se como valor padrão-teórico para V_{LED}=2 V

TENSÃO MÁXIMA REVERSA **→** é a tensão que o LED suporta, quando inversamente polarizado. Este valor para os leds comerciais fica na faixa de 4 a 6 V.

Se tensão máxima reversa for ultrapassada, o LED queima!

Datasheet ou folha de especificações



FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

1N4001 - 1N4007

Features

- Low forward voltage drop.
- High surge current capability.



DO-41
COLOR BAND DENOTES CATHODE

General Purpose Rectifiers (Glass Passivated)

Absolute Maximum Ratings* T_A = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
V_{RRM}	Peak Repetitive Reverse Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	V
$I_{F(AV)}$	Average Rectified Forward Current, .375 " lead length @ T_A = 75°C	1.0							A
I_{FSM}	Non-repetitive Peak Forward Surge Current 8.3 ms Single Half-Sine-Wave	30							A
T_{stg}	Storage Temperature Range	-55 to +175							°C
T_J	Operating Junction Temperature	-55 to +175							°C

*These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

Thermal Characteristics

Symbol	Parameter	Value	Units
P_D	Power Dissipation	3.0	W
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient	50	°C/W

Electrical Characteristics T_A = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Device							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
V_F	Forward Voltage @ 1.0 A	1.1							V
I_{rr}	Maximum Full Load Reverse Current, Full Cycle T_A = 75°C	30							µA
I_R	Reverse Current @ rated V_R T_A = 25°C T_A = 100°C	5.0 500							µA µA
C_T	Total Capacitance V_R = 4.0 V, f = 1.0 MHz	15							pF

Principais parâmetros

Os valores informados são para uma dada condição de operação, podendo ser informada após o símbolo @. Exemplo $V_{F}max = 750$ mV @ 25 ºC

- Tensão direta-V_F
- Corrente direta-I_F
- Corrente de saturação reversa-I_R
- Tensão reversa nominal-TPI, TPR,PIV, TBR
- Nível máximo de dissipação de potência
- Níveis de capacitância
- Tempo de recuperação reverso-t_{rr}
- Faixa de operação de temperatura



Explicação dos parâmetros dos datasheets:

- https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-AN20012_01_Bipolar_Technical_Information-ApplicationNotes-v01_00-EN.pdf?fileId=db3a304412b407950112b40ec42b126a
- https://www.electricalclassroom.com/diode-ratings-diode-datasheet/
- https://www.digikey.com.br/pt/maker/blogs/practical-considerations-in-reading-a-diode-datasheet

Referencial teórico: Boylestad, 6ª ed, cap 1, item 1.9

DataSheet: diodo semicondutor



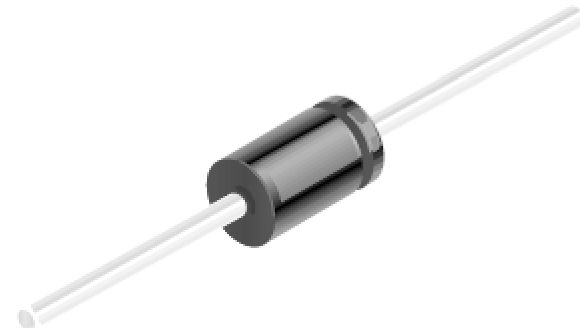
https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/174530/FAIRCHILD/1N4007.html



1N4001 - 1N4007

Features

- Low forward voltage drop.
- High surge current capability.



DO-41
COLOR BAND DENOTES CATHODE

General Purpose Rectifiers (Glass Passivated)

Datasheet diodo Fairchild

Absolute Maximum Ratings*

T_A = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
V_{RRM}	Peak Repetitive Reverse Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	V
$I_{F(AV)}$	Average Rectified Forward Current, .375 " lead length @ T_A = 75°C	1.0							A
I_{FSM}	Non-repetitive Peak Forward Surge Current 8.3 ms Single Half-Sine-Wave	30							A
T_{stg}	Storage Temperature Range	-55 to +175							°C
T_J	Operating Junction Temperature	-55 to +175							°C

*These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

Thermal Characteristics

Symbol	Parameter	Value	Units
P_D	Power Dissipation	3.0	W
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient	50	°C/W

Electrical Characteristics

T_A = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Device							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
V_F	Forward Voltage @ 1.0 A	1.1							V
I_{rr}	Maximum Full Load Reverse Current, Full Cycle T_A = 75°C	30							µA
I_R	Reverse Current @ rated V_R T_A = 25°C T_A = 100°C	5.0 500							µA µA
C_T	Total Capacitance V_R = 4.0 V, f = 1.0 MHz	15							pF

Datasheet diodo Fairchild

Typical Characteristics

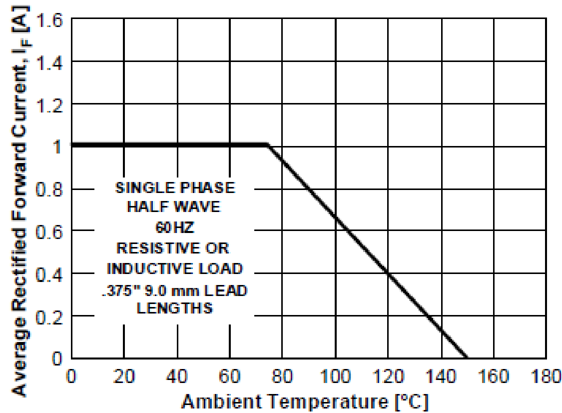


Figure 1. Forward Current Derating Curve

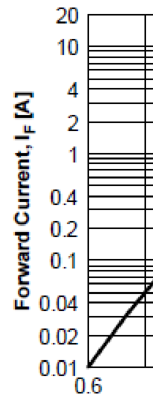


Figure 2. Fo

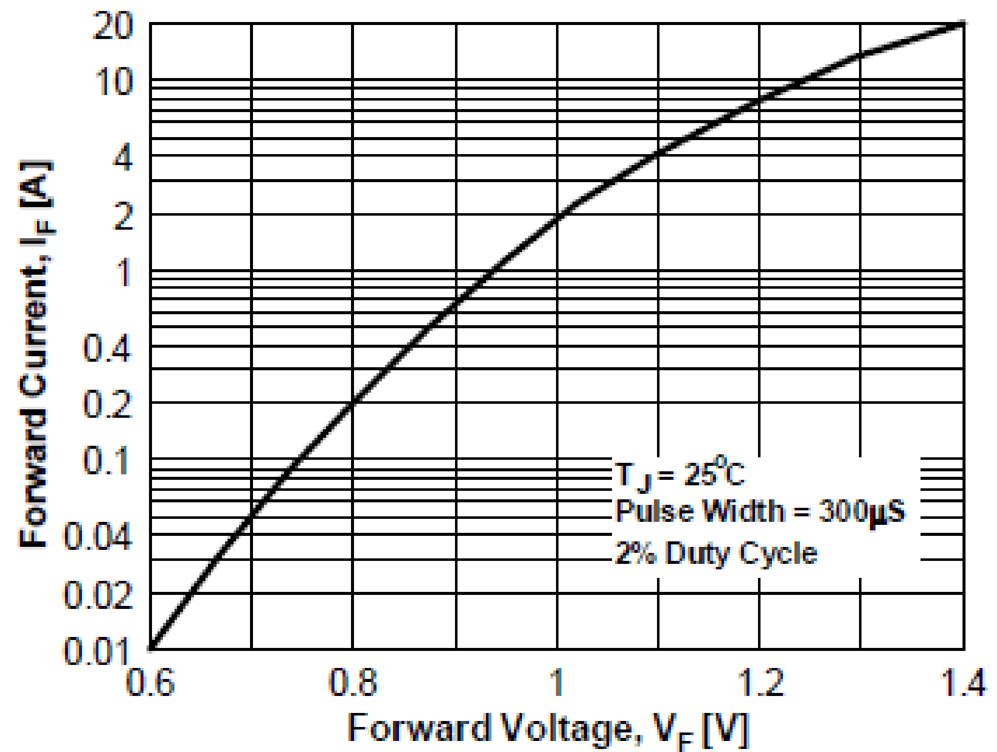


Figure 2. Forward Voltage Characteristics

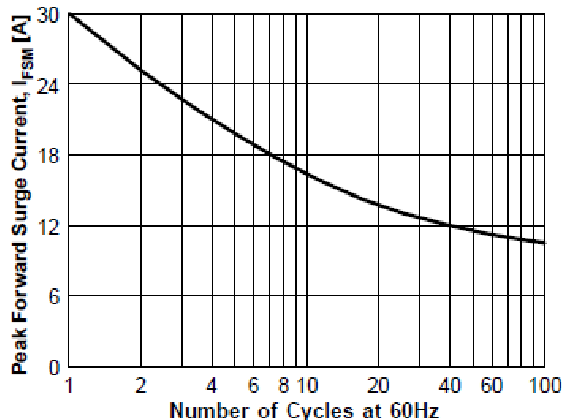


Figure 3. Non-Repetitive Surge Current

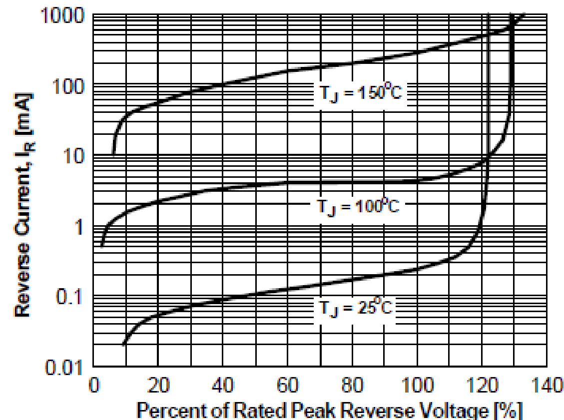


Figure 4. Reverse Current vs Reverse Voltage

DataSheet: diodo semicondutor



https://www.rectron.com/data_sheets/1n4001-1n4007.pdf



1N4001 THRU 1N4007

SILICON RECTIFIER

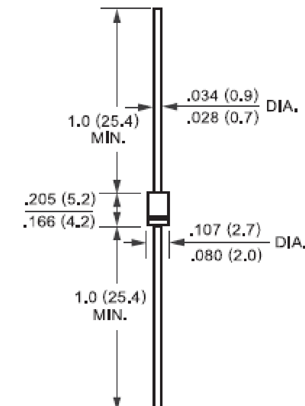
VOLTAGE RANGE 50 to 1000 Volts CURRENT 1.0 Ampere

FEATURES
* Low cost
* Low leakage
* Low forward voltage drop
* High current capability

MECHANICAL DATA
* Case: Molded plastic
* Epoxy: UL 94V-O rate flame retardant
* Lead: MIL-STD-202E method 208C guaranteed
* Mounting position: Any
* Weight: 0.33 gram



DO-41



Dimensions in inches and (millimeters)

MAXIMUM RATINGS AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Ratings at 25 °C ambient temperature unless otherwise specified.
Single phase, half wave, 60 Hz, resistive or inductive load.
For capacitive load, derate current by 20%.

Datasheet diodo Rectron

MAXIMUM RATINGS (At T_A = 25°C unless otherwise noted)

RATINGS	SYMBOL	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	UNITS
Maximum Recurrent Peak Reverse Voltage	V_{RRM}	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
Maximum RMS Voltage	V_{RMS}	35	70	140	280	420	560	700	Volts
Maximum DC Blocking Voltage	V_{DC}	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
Maximum Average Forward Rectified Current at T_A = 75°C	I_O	1.0							Amps
Peak Forward Surge Current 8.3 ms single half sine-wave superimposed on rated load (JEDEC method)	I_{FSM}	30							Amps
Typical Junction Capacitance (Note)	C_J	15							pF
Typical Thermal Resistance	$R_{\theta JA}$	50							°C/W
Operating and Storage Temperature Range	T_J, T_{STG}	-65 to + 175							°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (At T_A = 25°C unless otherwise noted)

CHARACTERISTICS		SYMBOL	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	UNITS
Maximum Instantaneous Forward Voltage at 1.0A DC		V_F	1.1							Volts
Maximum DC Reverse Current at Rated DC Blocking Voltage	@T_A = 25°C	I_R	5.0							uAmps
	@T_A = 100°C		50							
Maximum Full Load Reverse Current Average, Full Cycle .375" (9.5mm) lead length at T_L = 75°C			30							uAmps

NOTES : Measured at 1 MHz and applied reverse voltage of 4.0 volts

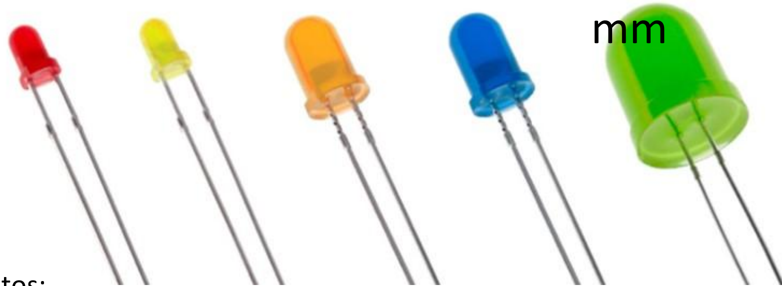
1998-8

Escolha deve ser feita para o pior caso – *worst case*

Datasheet LED

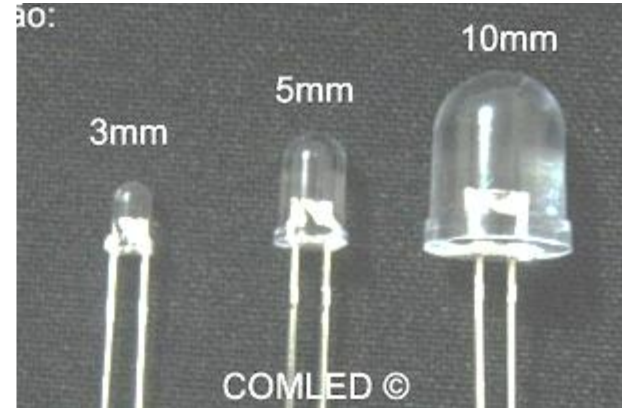
Difuso

3 mm 5 mm 10 mm



Créditos:
https://www.wiltronics.com.au/wpcontent/uploads/images/components/diffused-leds.jpg

Alto brilho



https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_15746-MLB20108837605_062014-O.jpg







Datasheet LED

Electrical & Optical Characteristics:

Parameter	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
Luminous Intensity	Iv	If = 20mA	45	100		mcd
Forward Voltage	Vf	If = 20mA		1.8	2.2	V
Peak Wavelength	λp	If = 20mA		660		nm
Dominant Wavelength	λd	If = 20mA		643		nm
Reverse (Leakage) Current	Ir	Vr = 5V			100	μA
Viewing Angle	2 θ ½	If = 20mA		35		deg
Spectrum Line Halfwidth	Δλ	If = 20mA		20		nm

Notes: 1. The data is tested by IS tester.
2. Customer's special requirements are also welcome

- ✓ Fabricante determina condições de teste e apresenta no datasheet.
- ✓ Organizações se reúnem para estabelecer as condições de teste de modo a padronizar e permitir comparativos!

http://www.farnell.com/datasheets/1626756.pdf

Datasheet Zener

Link para lista com valores de tensão de zener e potência.

Zener 1N4732 4,7 V 1 W

VISHAY

www.vishay.com

1N4728A to 1N4764A

Vishay Semiconductors

Zener Diodes



DESIGN SUPPORT TOOLS AVAILABLE



FEATURES

- Silicon planar power Zener diodes
- For use in stabilizing and clipping circuits with high power rating
- Standard Zener voltage tolerance is ± 5 %
- AEC-Q101 qualified
- Material categorization: for definitions of compliance please see www.vishay.com/doc?99912





RoHS
COMPLIANT
HALOGEN
FREE

APPLICATIONS

- Voltage stabilization

PRIMARY CHARACTERISTICS		
PARAMETER	**VALUE**	**UNIT**
V_Z range nom.	3.3 to 100	V
Test current I_{ZT}	2.5 to 76	mA
V_Z specification	Thermal equilibrium	
Circuit configuration	Single	

ORDERING INFORMATION			
DEVICE NAME	**ORDERING CODE**	**TAPED UNITS PER REEL**	**MINIMUM ORDER QUANTITY**
1N4728A to 1N4764A	1N4728A to 1N4764A -series-TR	5000 per 13" reel	25 000/box
1N4728A to 1N4764A	1N4728A to 1N4764A-series-TAP	5000 per ammopack (52 mm tape)	25 000/box

Datasheet Zener

PACKAGE				
PACKAGE NAME	**WEIGHT**	**MOLDING COMPOUND FLAMMABILITY RATING**	**MOISTURE SENSITIVITY LEVEL**	**SOLDERING CONDITIONS**
DO-41 (DO-204AL)	310 mg	UL 94 V-0	MSL level 1 (according J-STD-020)	Peak temperature max. 260 °C

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T_{amb} = 25 °C, unless otherwise specified)				
PARAMETER	**TEST CONDITION**	**SYMBOL**	**VALUE**	**UNIT**
Power dissipation	Valid provided that leads at a distance of 4 mm from case are kept at ambient temperature	P_{tot}	1300	mW
Zener current		I_Z	P_V/V_Z	mA
Thermal resistance junction to ambient air	Valid provided that leads at a distance of 4 mm from case are kept at ambient temperature	R_{thJA}	110	K/W
Junction temperature		T_j	175	°C
Storage temperature range		T_{stg}	-65 to +175	°C
Forward voltage (max.)	I_F = 200 mA	V_F	1.2	V

Datasheet Zener

1N4732



www.vishay.com

1N4728A to 1N4764A

Vishay Semiconductors

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_{amb} = 25 °C, unless otherwise specified)

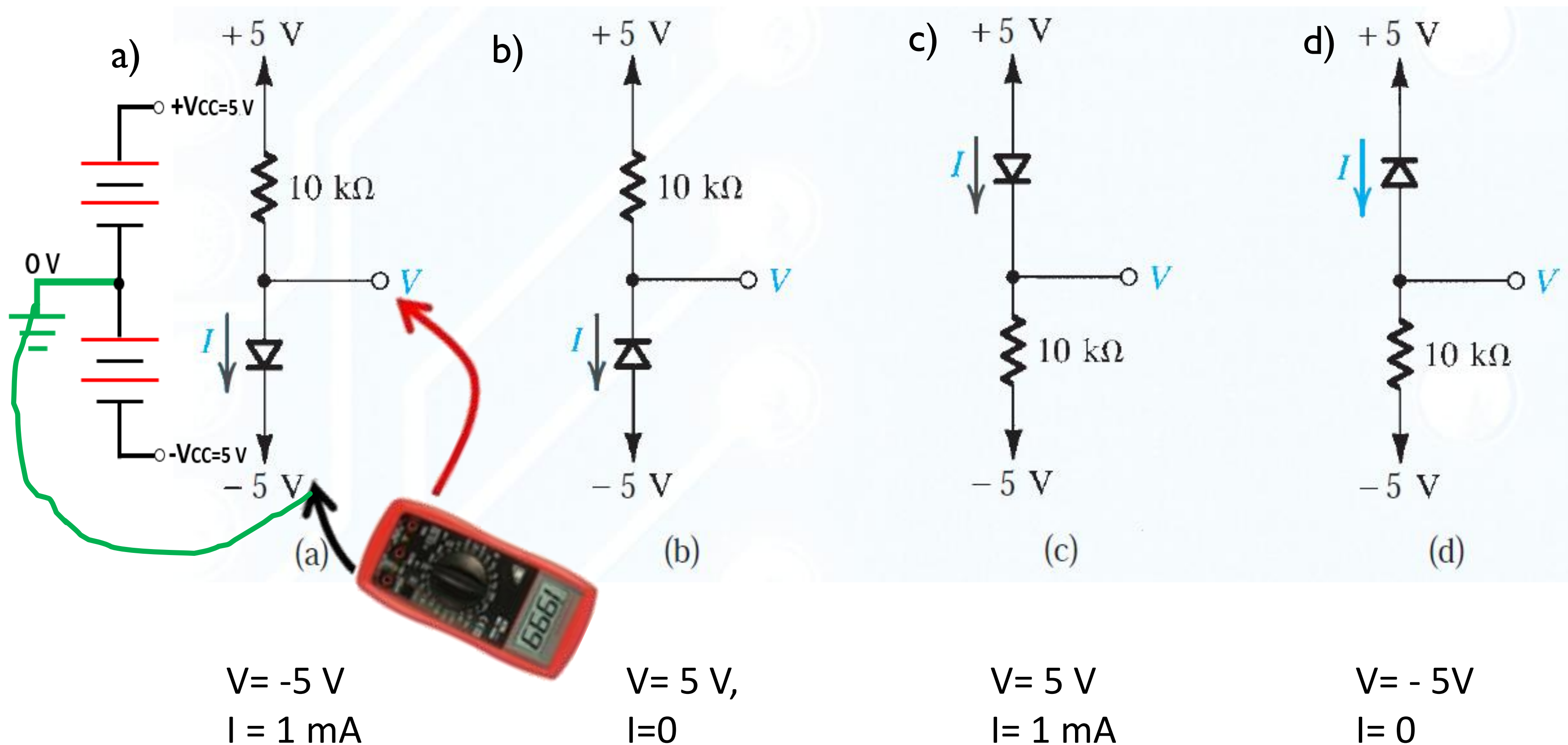
PART NUMBER	ZENER VOLTAGE RANGE [(1)]	TEST CURRENT		REVERSE LEAKAGE CURRENT		DYNAMIC RESISTANCE f = 1 kHz		SURGE CURRENT [(3)]	REGULATOR CURRENT [(2)]
	V_Z at I_{ZT1}	I_{ZT1}	I_{ZT2}	I_R at V_R		Z_{ZT} at I_{ZT1}	Z_{ZK} at I_{ZT2}	I_R	I_{ZM}
	V	mA	mA	µA	V	Ω		mA	mA
	NOM.			MAX.		TYP.	MAX.		MAX.
1N4728A	3.3	76	1	100	1	10	400	1380	276
1N4729A	3.6	69	1	100	1	10	400	1260	252
1N4730A	3.9	64	1	50	1	9	400	1190	234
1N4731A	4.3	58	1	10	1	9	400	1070	217
1N4732A	4.7	53	1	10	1	8	500	970	193
1N4733A	5.1	49	1	10	1	7	550	890	178
1N4734A	5.6	45	1	10	2	5	600	810	162
1N4735A	6.2	41	1	10	3	2	700	730	146
1N4736A	6.8	37	1	10	4	3.5	700	660	133
1N4740A	10	25	0.25	10	7.6	7	700	454	91
1N4741A	11	23	0.25	5	8.4	8	700	414	83
1N4742A	12	21	0.25	5	9.1	9	700	380	76
1N4743A	13	19	0.25	5	9.9	10	700	344	69
1N4744A	15	17	0.25	5	11.4	14	700	304	61
1N4745A	16	15.5	0.25	5	12.2	16	700	285	57
1N4746A	18	14	0.25	5	13.7	20	750	250	50
1N4747A	20	12.5	0.25	5	15.2	22	750	225	45
1N4748A	22	11.5	0.25	5	16.7	23	750	205	41
1N4749A	24	10.5	0.25	5	18.2	25	750	190	38
1N4750A	27	9.5	0.25	5	20.6	35	750	170	34
1N4751A	30	8.5	0.25	5	22.8	40	1000	150	30
1N4752A	33	7.5	0.25	5	25.1	45	1000	135	27



1N4732A	4.7	53	1	10	1	8	500	970	193

Exercício 01=Exercício 08 da aula AOS02

Para os circuitos abaixo, admitindo diodos IDEAIS para calcular a tensão "V" e corrente "I" para a condição:



V= -5 V
I = 1 mA

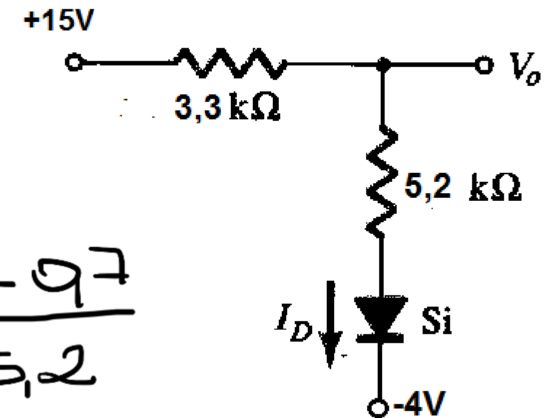
V= 5 V,
I=0

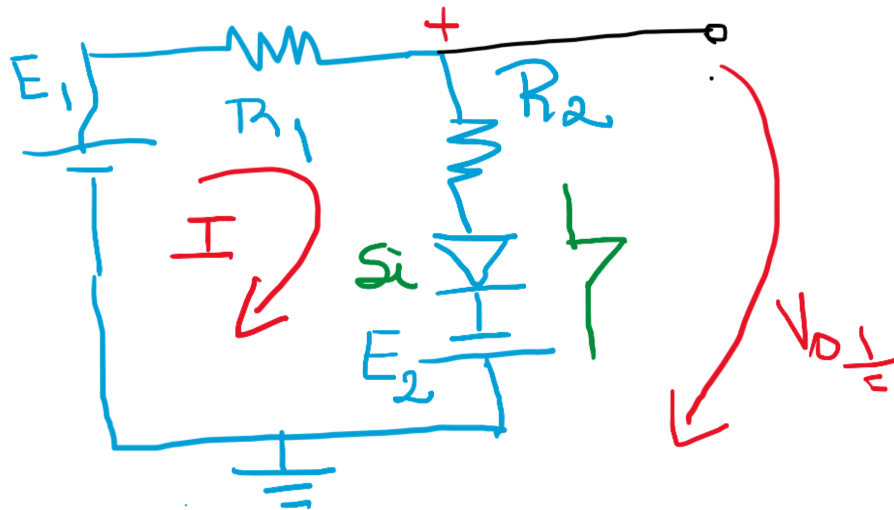
V= 5 V
I= 1 mA

V= - 5V
I= 0

Exercício 02:

Determine a corrente I_D e a tensão Vo indicada no circuito abaixo.





$$\Sigma E's = 0$$

$$+E_1 - V_{R1} - V_{R2} - V_j + E_2 = 0$$

$$I = \frac{E_1 + E_2 - V_j}{R_1 + R_2}$$

$$I = \frac{15 + 4 - 0,7}{3,3 + 5,2}$$

$$I = 2,15\,mA$$

$$+V_o - V_{R2} - V_j + E_2 = 0$$

$$V_o = (2,15m \cdot 5,2k) + 0,7 - 4$$

$$V_o = 11,2 + 0,7 - 4$$

$$V_o = 7,9V$$

Exercício 03: Responda: danificado ou bom estado

Qual é a conclusão sobre a condição de operação do diodo semicondutor quando estiver conectado em série com uma fonte igual a 20 Vcc e com um resistor de carga. Analise sob o ponto de vista da condição elétrica do diodo:

i) se está danificado: em curto ou aberto ou

ii) está em perfeito estado.

a)Se na polarização reversa a tensão na carga é a mesma da fonte, presume-se que:

Diodo em curto (danificado)

b)Se na polarização direta a tensão sobre o diodo é igual a da fonte, então:

Diodo aberto (danificado)

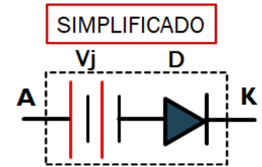
c)Se na polarização direta a tensão na carga é zero, então presume-se que

Diodo aberto (danificado)

d)Se na polarização reversa a tensão sobre o diodo é nula, presume-se que:

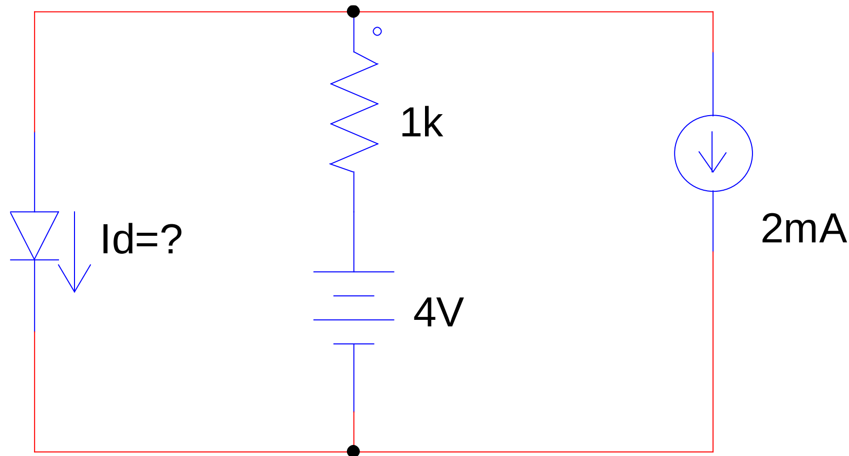
Diodo em curto (danificado)

Exercício 04: determinar a corrente Id



Admitir modelo simplificado.

Solução em https://youtu.be/jz0CMuNWNfA



a) Determinar se o diodo conduz?

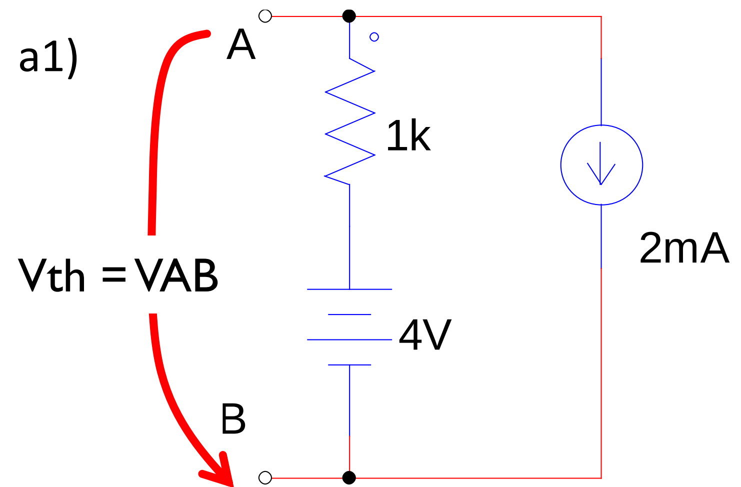
Para isso utiliza-se o Teorema de Thévenin:

1)Retira-se o elemento de estudo;

2)Calcula-se a tensão de Th➔ Vth;

3)Calcula-se a resistência de Th➔ Rth.

a1)



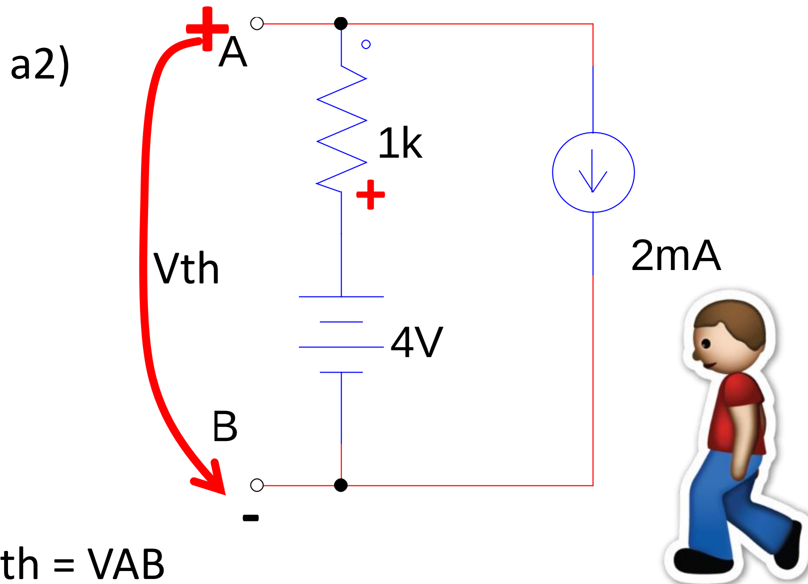
a2)

- ✓ A fonte de corrente IMPÕE no circuito a circulação de uma corrente de 2mA que percorre R1k.
- ✓ A tensão VAB é calculada:

Solução exercício 04

Continuação da solução

a2)



Vth = VAB

- ✓ A fonte de corrente IMPÕE no circuito a circulação de uma corrente de 2mA que percorre R1k.

+ -

- ✓ A tensão VAB= Vth é calculada:

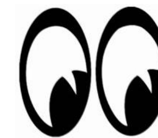
$$+Vth + V1k - 4 = 0$$

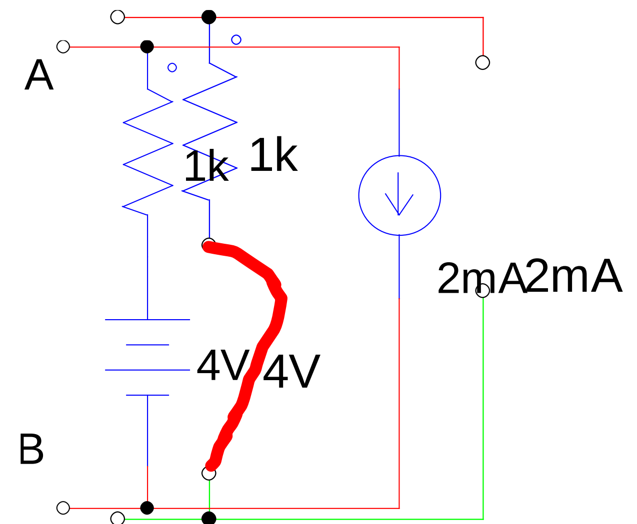
$$Vth = 4 - V1k$$

$$Vth = 4 - (2m.1k)$$

$$Vth = 2\ V$$

a3)Rth





FC➔ circuito aberto

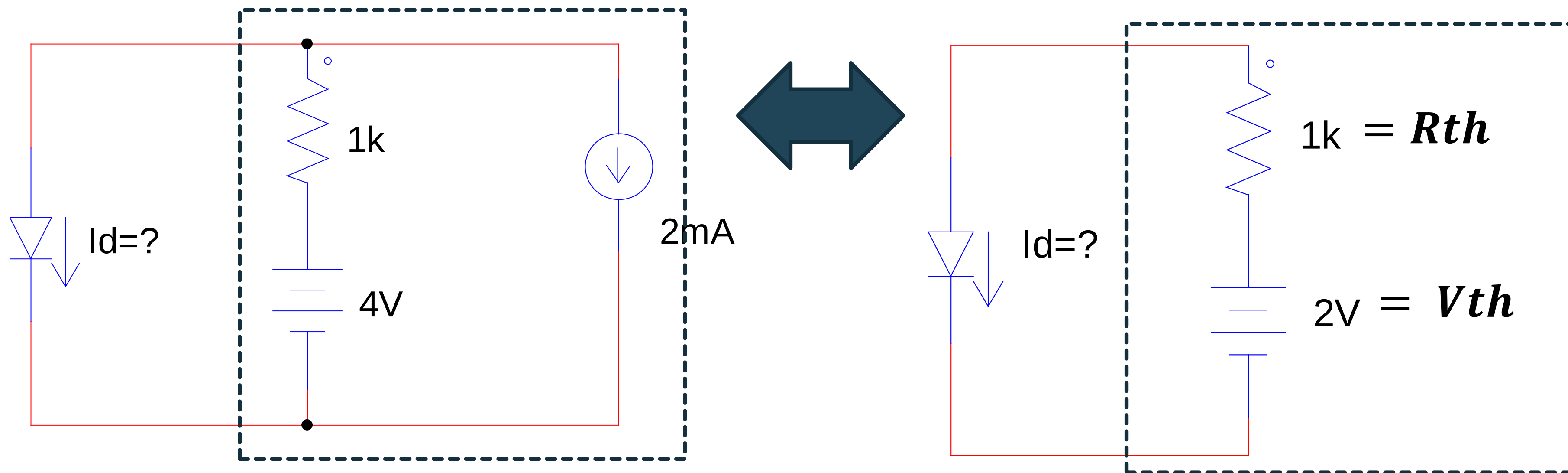
FT➔ curto circuito

$$Rth = 1\ k\Omega$$

Solução exercício 04

Continuação da solução

b) Redesenhando o circuito:

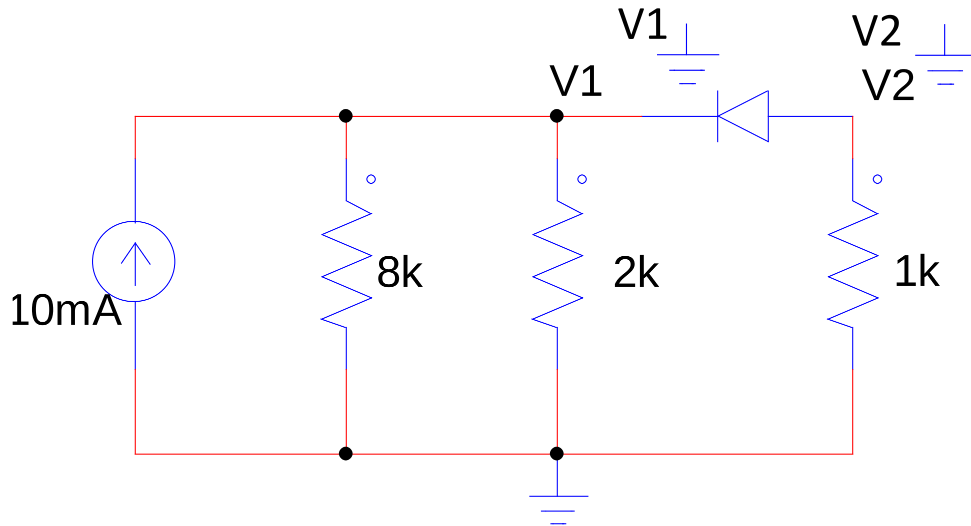


c)Cálculo da corrente do diodo:

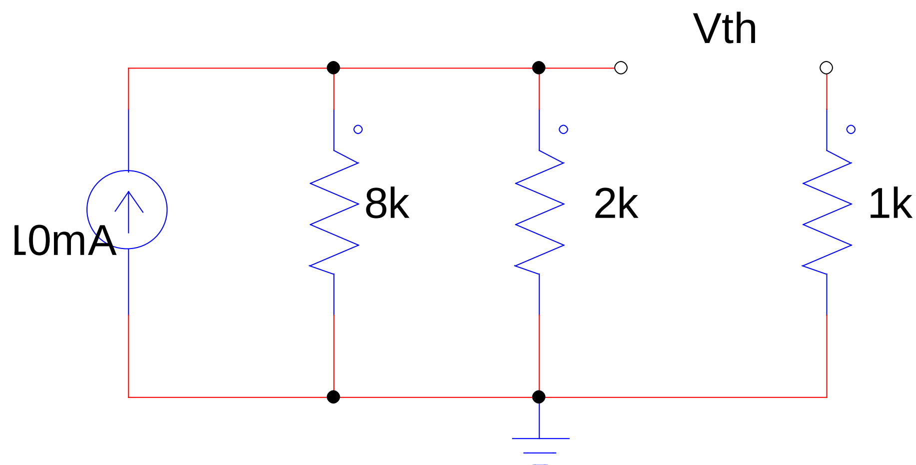
c1)Modelo simplificado Si:
Id = 2-0,7/1k = 1,3 mA

c2)Modelo ideal:
Id = 2/1k = 2 mA

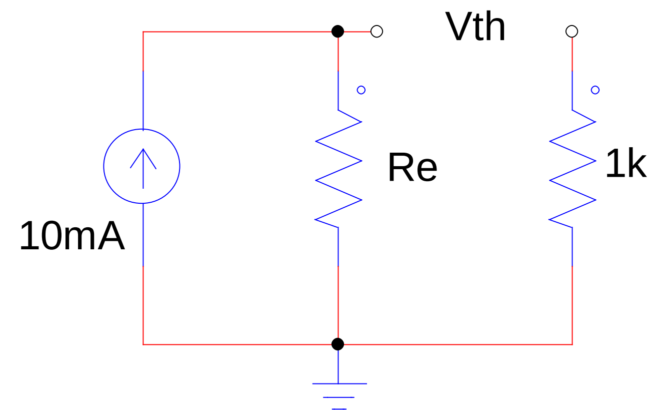
Exercício 05: Determinar V1 e V2 Solução em https://youtu.be/jz0CMuNWNfA



1) Verificar o estado do diodo.
Aplicando o Teorema de Thévenin:



1.a) Vth



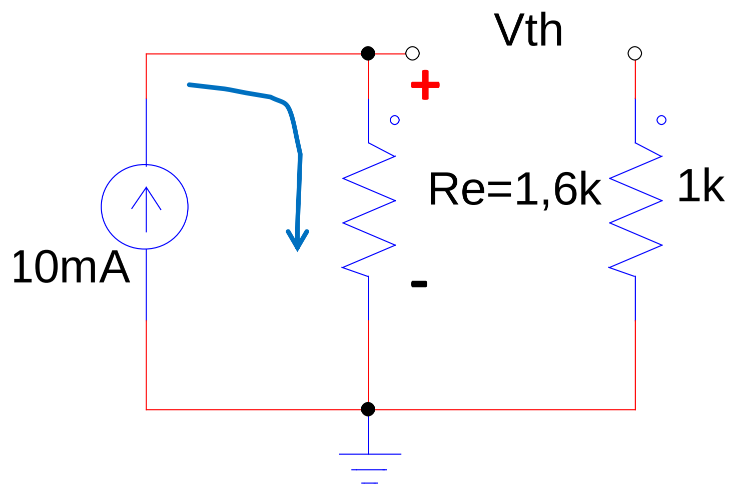
Re= 8k//2k = 8k.2k/10k

Re 1,6 kΩ

Solução exercício 05

Continuação da solução

1.a) Vth

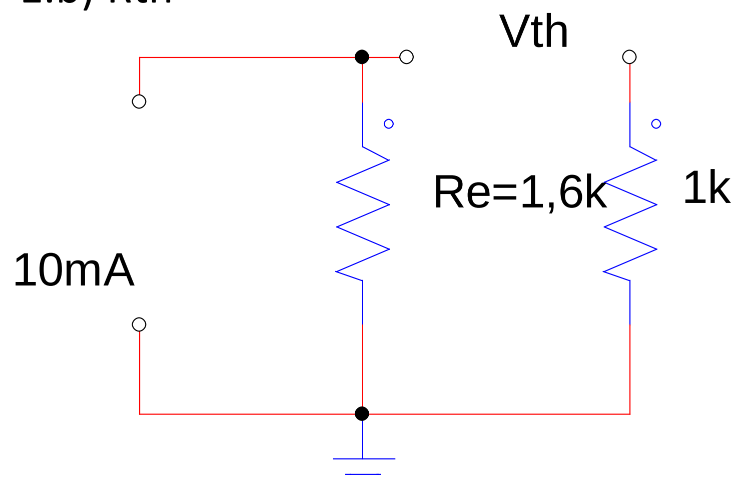


Vth= 10m. 1,6k

Vth= 16 V

Potencial de Vth??

1.b) Rth



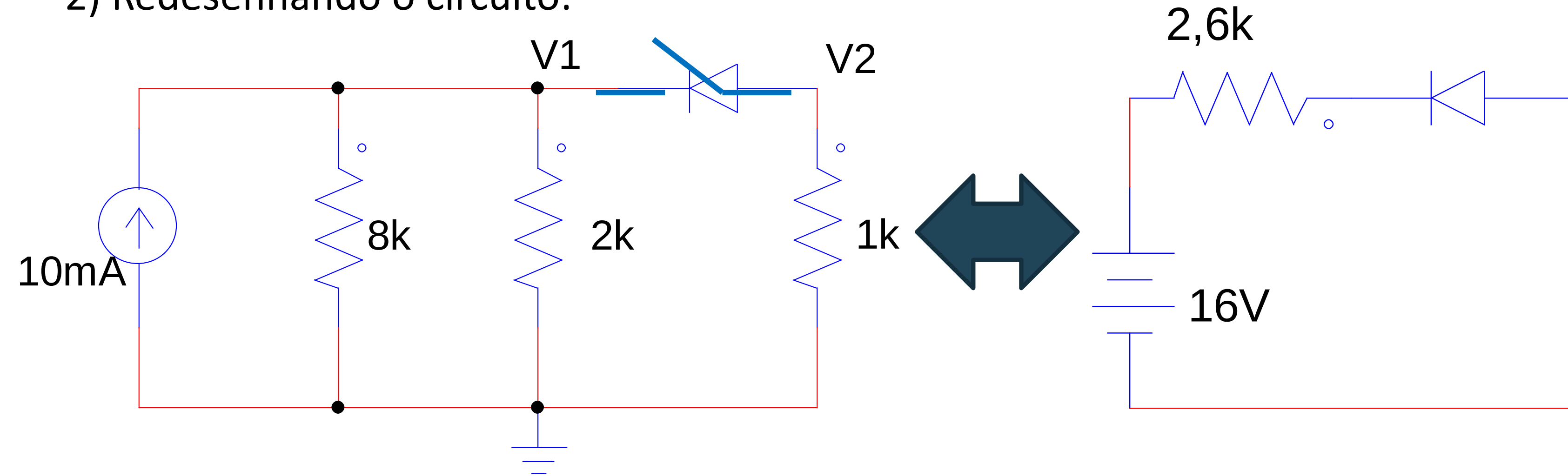
Rth= 1,6k + 1k

Rth= 2,6 kΩ

Solução exercício 05

Continuação da solução

2) Redesenhando o circuito:



Diodo polarizado REVERSAMENTE

3)Resposta

V1 =16 V

V2 =0 V